

(51)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

H 05 g, 1/54

BM

DEUTSCHES



PATENTAMT

(52)

Deutsche Kl.:

21 g, 20/06

(10)

(11)

(21)

(22)

(43)

**Offenlegungsschrift 2 158 388**

Aktenzeichen: P 21 58 388.0-33

Anmeldetag: 25. November 1971

Offenlegungstag: 7. Juni 1973

Ausstellungspriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum: —

(33)

Land: —

(31)

Aktenzeichen: —

(54)

Bezeichnung: Schaltungsanordnung zur Überwachung einer Röntgenröhre

(61)

Zusatz zu: —

(52)

Ausscheidung aus: —

(71)

Anmelder: Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg

Vertreter gem. § 16 PatG —

(72)

Als Erfinder benannt. Licht, Georg S., Dr.-Ing., 2000 Hamburg

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 2158388

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH, 2 HAMBURG 1, STEINDAMM 94

### Schaltungsanordnung zur Überwachung einer Röntgenröhre

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zur Überwachung der Grenzdaten zwecks besserer Ausnutzung einer Röntgenröhre durch Messung einer einstellbaren Hochspannung und des einstellbaren Röhrenstromes und Zuführung dieser Werte in eine Auswerteschaltung.

Für zahlreiche Untersuchungsarten, z.B. für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung, sind sogenannte tragbare Halbwellenapparate gebaut worden, die sich ganz wesentlich von den übrigen Röntgenanlagen unterscheiden. Während bei den letzteren sehr schwere und umständlich zu handhabende Hochspannungsversorgungsgeräte vorhanden sind, die also aus der Netzwechselspannung die entsprechende Gleichspannung herstellen, handelt es sich bei den einfacheren tragbaren Halbwellenapparaten um solche, bei denen die unmittelbar hinauftransformierte Netzwechselspannung ohne nachträgliche besondere Gleichrichtung verwendet wird. Dabei ist es üblich, in einen sogenannten Tank die Röntgenröhre einzubauen und dort entsprechend mit Öl oder einem Gas elektrisch zu isolieren und zu kühlen. In diesem Tank sind ferner noch drei Transformatoren angeordnet, und

PHD 1744  
Tö (Eg)

zwar einer auf der Anodenseite und einer auf der Kathodenseite, die zusammen also eine Halbwelle der Wechselspannung wegen der Selbstgleichrichtung in der Röntgenröhre ausnutzbar machen; daher der Name "Halbwellenapparat". Der dritte Transformator ist der Heiztransformator.

Zu jedem Tank gehört bisher ein sogenannter Schaltkasten. Dieser besitzt Netzanschluß, und in diesem sind mindestens zwei Meßkreise vorhanden, und zwar ein Meßkreis zur Überwachung des Anodenstromes der Röntgenröhre, ein Meßkreis zur Überwachung der im Tank primärseitig parallel geschalteten Hochspannungstransformatoren, denn diese Spannung ist einstellbar. Da die Heizspannung ebenfalls den Anodenstrom bestimmt, genügt es, nur den Anodenstrom der Röntgenröhre zu überwachen. Auf die Überwachung der Heizspannung kann daher verzichtet werden. Zwischen dem Schaltkasten und dem Halbwellenapparat ist ferner noch eine Verbindung vorhanden, durch die Meßleitungen zur Überwachung des Gasdruckes des Isoliermittels und der Temperatur im Tank hindurchgeführt sind und die einem sogenannten Sicherheitskreis zugeordnet werden, um beim Überschreiten der zulässigen Werte die Hochspannung im Tankapparat abzuschalten.

Meistens sind die Tanks auch noch mit einem Ventilator, der für eine Umwälzung des Isoliermittels sorgt, und gegebenenfalls noch mit einem Betriebsstundenzähler und Warnsystem versehen. Auch die hierfür erforderlichen Leitungen sind zwischen dem Tank und dem Schaltkasten angeordnet.

Innerhalb des Schaltkastens befinden sich je ein Überwachungskreis für die max. zulässige Röhrenspannung (gemessen wird die Speisespannung der Hochspannungstransformatoren) und für den max. zulässigen Röhrenstrom bei der max. zulässigen Hochspannung an der Röntgenröhre.

Da die Röhren sehr unterschiedliche Kenndaten aufweisen, wurde bisher jeder bestimmten Röhrentype ein Schaltkasten zugeordnet,

der zwar innerhalb einer Typenreihe ähnlich, jedoch wegen der unterschiedlich eingestellten und überwachten Grenzwerte für Strom und Spannung nicht auswechselbar war.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht also darin, hier Abhilfe zu schaffen.

Viel wichtiger ist jedoch die bisher bekannte - als sehr nachteilig empfundene - geringe Ausnutzung der Röntgenröhre hinsichtlich der Kenndaten. Es war nämlich bisher üblich, eine bestimmte, wie oben beschriebene Anordnung mit den beiden getrennten Überwachungskreisen z.B. so auszulegen, daß die Röhre bis zu der zulässigen Hochspannung der Röhre von beispielsweise 200 kV und bis zu einem Röhrenstrom betrieben werden konnte, der dem höchstzulässigen bei max. zulässiger Röhrenspannung, z.B. 5 mA, entspricht. So war es nur möglich, bei dem gleichen Strom und geringeren Hochspannungswerten die Röntgenröhre zu betreiben, jedoch war es nicht möglich, bei niedrigeren Spannungen auch einen höheren Strom einzuschalten, der aufgrund der Röhrencharakteristik möglich und zulässig ist (vgl. Fig. 3, Punkt B). Dadurch ging ein wesentlicher Anwendungsbereich verloren, und der Zeitaufwand für die notwendige Bestrahlung des zu untersuchenden Objektes war unnötig groß. Die zweite Aufgabe und damit die wesentliche Aufgabe der Erfindung besteht also darin, Mittel anzugeben, durch die es möglich ist, die Röntgenröhre unter voller Ausnutzung ihrer Grenzdaten zu betreiben. Z.B. kann aus Gründen der Durchschlagsfestigkeit die höchste zulässige Spannung an der Röhre 200 kV sein (vergl. Fig. 3, Punkt A).

Der höchste zulässige Strom wird von den Röhrenherstellern aus Lebensdauergründen der Kathode angegeben (vgl. Fig. 3, Punkt B), und zwischen diesen beiden Werten gibt es die bekannte Grenzleistungshyperbel, deren Lage von der Temperatur auf der Anode im Brennfleck bestimmt wird und bis zu der ebenfalls die Röhre betrieben werden kann. Es ist also möglich, bei etwas geringeren Spannungen als der höchsten zulässigen Spannung, dafür aber

bei etwas größeren Strömen, die Röhre zu betreiben und damit die geringere Schwärzung des Filmmaterials bei Aufnahmen mit niedriger Röhrenspannung teilweise wieder auszugleichen, so daß bei niedrig eingestellten Röhrenspannungen eine schnellere Arbeitsweise möglich ist.

Zur Lösung dieser Aufgaben besteht bei einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art nach der Erfindung die Auswerteschaltung aus einem Summierverstärker, vor dem elektrische Mittel zur jeweils einzelnen Einstellung sowohl der Leistungsgrenze als auch der Spannungs- und Stromgrenzen und hinter dem über z.B. einen Schmitt-Trigger ein Relais angeordnet ist, dessen Schaltkontakt beim Überschreiten einer der drei Grenzen betätigt wird.

Weiterhin können an den einen Eingang des Summierverstärkers über einen Gleichrichter die gemessene Hochspannung und über einen weiteren Gleichrichter eine über beispielsweise Potentiometer eingestellte Spannung über einen Widerstand, und die dem Röhrenstrom proportionale Spannung über einen Gleichrichter und über einen weiteren Gleichrichter eine beispielsweise über Potentiometer eingestellte Spannung über einen anderen Widerstand an den gemeinsamen Eingang des Summierverstärkers und an den anderen Eingang des Summierverstärkers die der Leistungsgrenze entsprechende eingestellte Spannung angeschaltet sein. Auch können die elektrischen Mittel aus an eine gemeinsame feste Bezugsspannung zur Erzeugung von Bezugsspannungen angeschalteten Potentiometern oder anderen elektronischen Hilfsmitteln bestehen. Es kann auch der Schaltkontakt des Relais im sogenannten Sicherheitskreis der Anlage eingeschaltet werden. Auch können anstelle eines Relais mit Schaltkontakt elektronische Schaltmittel verwendet werden.

Zur Lösung der eingangs zuerst genannten Aufgabenstellung kann in weiterer Ausgestaltung der Erfindung die Auswerteschaltung im oder am Tank angeordnet sein.

Bei Einsatz der Erfindung kann also jede Röntgenröhre bis an ihre Grenzdaten heran voll ausgenutzt werden und da die entsprechende Auswerteschaltung im oder am Tank angeordnet ist, können nunmehr für eine große Anzahl von Röhren innerhalb einer Typenreihe Einheitsschaltkästen verwendet werden, die untereinander vollständig gleich ausgebildet und daher universeller verwendbar sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

- Fig. 1 die Darstellung eines Tanks mit einem Schaltkasten,  
Fig. 2 im Prinzip die im Tank und im Einheitsschaltkasten verwendeten Elemente, und zwar einen Teil dieser,  
Fig. 3 zur Erläuterung der Röhrengrenzdaten eine grafische Darstellung der Abhängigkeit des zulässigen Anodenstromes von der zulässigen Hochspannung einer Röntgenröhre,  
Fig. 4 eine Schaltungsanordnung zur Lösung der Aufgaben nach der Erfindung.

In Fig. 1 ist mit 1 ein Tank, mit 2 ein Einheitsschaltkasten und mit 3 das Verbindungskabel zwischen diesen beiden Gegenständen bezeichnet. In dem Tank 1 ist eine Röntgenröhre angeordnet. Handräder 4 dienen der besseren Handhabung, während beim Betrieb eine Platte 5 mit einem Austrittsfenster 6 für den Röntgenstrahl an diesen Tank anmontiert ist. Im Einheitsschaltkasten 2 befindet sich ein Meßinstrument 7 zur Überwachung des Röhrenstromes und ein Meßinstrument 8 zur Überwachung der Hochspannung an der Röntgenröhre. Mit dem Bedienungsknopf 9 kann diese Hochspannung z.B. eingestellt werden, während z.B. der Bedienungsknopf 10 für die Einstellung der Heizspannung der Röntgenröhre vorgesehen ist und die mit dem Meßinstrument 7 über den Röntgenröhrenstrom überwacht werden kann.

Fig. 2 zeigt oben links in der Zeichnung noch einmal schematisch den Einheitsschaltkasten 2 und den Tank 1, und die in dieser Zeichnung dargestellte Schaltungsanordnung gehört also auf der rechten Seite der gestrichelten Linie 11 in den Tank 1 und auf der linken Seite in den Einheitsschaltkasten 2.

In dem Tank 1 sind also unter anderem die Röntgenröhre 12 angeordnet, deren Anode 13 über einen Hochspannungstransformator 14 und deren Kathode 51 über einen mit z.B. in gleicher Weise wie der Hochspannungstransformator 14 ausgebildeten Hochspannungstransformator 15 verbunden sind. Die Primäran-schlüsse der Hochspannungstransformatoren 14 und 15 sind parallel geschaltet und verlaufen an die Klemmen 16. Entsprechende Klemmen sind auch im Schaltkasten 2 vorhanden. Dort befindet sich dann das Instrument 8 sowie eine Grenzwert-Schalt-einrichtung 52 zur Überwachung der Hochspannung. An die Klemmen 17 im Schaltkasten 2 kann eine Wechselspannung, z.B. 50 Hz, die z.B. von 0 bis 220 V einstellbar ist, angelegt werden.

Im Tank 1 befindet sich weiterhin noch ein Heiztransformat-or 18, dessen beiden Anschlußklemmen 19 ebenfalls in den Schaltkasten 2 verlaufen. An die Klemmen 21 wird eine Wechselspannung von 50 Hz, einstellbar z.B. von 60 bis 110 V, angeschaltet.

Im Prinzip sind bei 22 Grenzwertmelder dargestellt, die über Klemmen 23 in den Schaltkasten 2 verlaufen und dort über ein entsprechendes Relais 24 zum Abschalten der Hochspannung führen, wenn ein Grenzwert überschritten wurde. In diese Kontaktkette der Grenzwertmelder wird auch der in Fig. 4, 49, gezeichnete Relaiskontakt der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung eingeschleift. Die Darstellung dieses Kreises ist lediglich prinzipiell angedeutet. Sie zeigt jedoch, auf welche Weise die Anlage beim Signalisieren einer Grenzwert-Überschreitung, also auch bei Überschreiten von Spannungs-, Strom- und Leistungsgrenzen, das Abschalten der Röhrenspannung veranlaßt.

Über die Leitung 34 verläuft der Anodenstrom der Röntgenröhre 12 an die Klemme 35, die ebenfalls in dem Einheits-schaltkasten 2 vorhanden ist. Dort wird mit dem Meßinstrument 7 der Anodenstrom gemessen und mit der Grenzwert-Schalteinrichtung 53 das Überschreiten des eingestellten Maximal-Wertes überwacht.

Fig. 3 zeigt den zulässigen Anodenstrom in Abhängigkeit von der zulässigen Hochspannung.

Wie oben im Stand der Technik ausgeführt, war es bisher üblich, eine oben dargestellte Anordnung zu betreiben, z.B. bis zu der mit 26 dargestellten waagerechten Linie für 5 mA und bis zu der senkrecht verlaufenden Linie 27 für den Hochspannungswert von 200 kV. Wurde also bei den bekannten Anordnungen die Hochspannung zu kleineren Werten hin verändert, dann konnte der Röhrenstrom 5 mA nicht erhöht werden.

Das Gebiet oberhalb der Linie 26 wurde bisher nicht ausgenutzt. Erst durch die Erfindung wird es möglich, bei geringeren Spannungen bis an die durch die Kathodenlebensdauer begrenzte Heizleistung, also hier bis an den Grenzwert von 8 mA, heranzugehen, wie in Fig. 3 durch die waagerechte gestrichelte Linie 28 dargestellt. Aber auch der zwischen den Linien 27 und 28 befindliche Bereich, der durch die Leistungshyperbel 29 begrenzt ist, kann nunmehr ausgenutzt werden.

Fig. 4 zeigt hierzu eine Schaltungsanordnung. An den Klemmen 16 ist, wie in Fig. 2 erläutert wurde, eine Spannung vorhanden, die der Hochspannung proportional ist. Diese wird über einen Transformator 30 entsprechend herabtransformiert, mit dem Gleichrichter 31 gleichgerichtet und auf einen Summierwiderstand 32 gegeben, der an dem einen Eingang des Summierverstärkers 33 liegt. An der Klemme 35 steht eine Spannung, die dem Röntgenröhren-Anodenstrom direkt proportional ist, und diese Spannung wird über einen Gleichrichter 36 an den Strom-



summenwiderstand 37 gegeben, der ebenfalls mit dem oben genannten einen Eingang des Summierverstärkers 33 verbunden ist. An den Klemmen 38 liegt eine Gleichspannung von z.B. 50 V, die noch durch einen Kondensator 39 geglättet wird. Zusammen mit dem Vorwiderstand 40 und der Zenerdiode 41 wird eine konstante Spannung erzeugt, die an den nachgeschalteten Potentiometern 42, 43 und 44 abgegriffen werden kann. Eine Meßspannung, die der an der Röhre liegenden Hochspannung z.B. 200 kV proportional ist, wird über den Transformator 30, die Diode 31 und den Summierwiderstand 32 dem Summierverstärker 33 mit Gegenkopplungswiderstand 50 zugeführt. Eine dem Röhrenstrom von beispielsweise 5 mA proportionale Spannung etwa gleicher Größenordnung wie die an 32 liegende wird über den Anschluß 35, die Diode 36 und den Summierwiderstand 37 dem Summierverstärker zugeführt. Durch die gewählte Einstellung einer Vergleichsspannung mittels Potentiometer 44 läßt es sich erreichen, daß der Summierverstärker 33 ein Signal an die Triggerschaltung 47 gibt und das Relais 48 betätigt wird, sobald entweder die Spannung oder der Röhrenstrom oder beide gleichzeitig über die vorgegebenen Werte 200 kV/5mA hinaus erhöht werden.

Sinkt die über den Transformator 30 gemessene Spannung beispielsweise um 10 % ab, so läßt es sich durch entsprechende Dimensionierung der Summierwiderstände 32 und 37 erreichen, daß dieselbe Summen-Spannung bei 10 % höherem Röhrenstrom erreicht wird. Damit wird es möglich, entlang einer linearisierten Leistungshyperbel das Überschreiten dieser Leistungsgrenze zu überwachen.

Soll die Aufgabe gelöst werden, nicht nur entlang der linearisierten Grenzleistungshyperbel die höchstzulässigen Ströme und Spannungen zu überwachen, sondern auch die Funktionen des Schaltkastens mit zu übernehmen, die bisher durch Spannungs- und Strom-Grenzwertschalteneinrichtungen ausgeführt wurden, so sind zwei weitere mit den Potentiometern 42 und 43 einstellbare Spannungen nötig.

Die höchste zulässige Hochspannung läßt sich dadurch überwachen, daß die mit dem Potentiometer 43 eingestellte Spannung einem an dem Anschluß 35 gemessenen Strom von beispielsweise 5 mA entspricht. Über der Diode 46 liegt demnach unabhängig von dem tatsächlich fließenden Röhrenstrom ein Eingangssignal am Summierwiderstand 37, der dem zulässigen Maximalstrom bei der maximal zulässigen Spannung entspricht.

Der höchste zulässige Röhrenstrom läßt sich analog zu den obigen Erläuterungen mit einer von dem Potentiometer 42 abgegriffenen Spannung, die nach der Grenzleistungshyperbel für den maximalen Röhrenstrom gerade noch zulässig ist, überwachen. Über der Diode 45 liegt diese Spannung am Summierwiderstand 32 am Eingang des Summierverstärkers, auch wenn die tatsächlich gemessene Spannung beliebig niedrig ist.

Am Ausgang des Summierverstärkers 33 liegt beispielsweise ein Schmitt-Trigger 47 und dahinter ein Relais 48, dessen Schaltkontakt 49 im sogenannten Sicherheitskreis (vgl. Fig. 2, Relais 24, Zuführung 23) angeordnet ist und dann wirksam wird, wenn die zulässige Leistungsgrenze überschritten wird. Gegebenenfalls kann das Relais 48 unmittelbar hinter dem Summierverstärker 33 angeordnet werden.

PATENTANSPRÜCHE:

-----

PATENTANSPRÜCHE:  
-----

1. Schaltungsanordnung zur Überwachung der Grenzdaten zwecks besserer Ausnutzung einer Röntgenröhre durch Messung einer einstellbaren Hochspannung und des einstellbaren Röhrenstromes und Zuführung dieser Werte in eine Auswerteschaltung, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung aus einem Summierverstärker besteht, vor dem elektrische Mittel zur jeweils einzelnen Einstellung sowohl der Leistungsgrenze als auch der Spannungs- und Stromgrenzen und hinter dem über z.B. einen Schmitt-Trigger ein Relais angeordnet ist, dessen Schaltkontakt beim Überschreiten einer der drei Grenzen betätigt wird.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an den einen Eingang des Summierverstärkers über einen Gleichrichter die gemessene Hochspannung und über einen weiteren Gleichrichter eine über beispielsweise Potentiometer eingestellte Spannung über einen Widerstand, und die dem Röhrenstrom proportionale Spannung über einen Gleichrichter und über einen weiteren Gleichrichter eine beispielsweise über Potentiometer eingestellte Spannung über einen anderen Widerstand an den gemeinsamen Eingang des Summierverstärkers und an den anderen Eingang des Summierverstärkers die der Leistungsgrenze entsprechende eingestellte Spannung angeschaltet sind.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Mittel aus an eine gemeinsame feste Bezugsgleichspannung zur Erzeugung von Bezugsspannungen angeschalteten Potentiometern oder anderen elektronischen Hilfsmitteln bestehen.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltkontakt des Relais im sogenannten Sicherheitskreis der Anlage eingeschaltet wird.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle eines Relais mit Schaltkontakt elektronische Schaltmittel verwendet werden können.

6. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung im oder am Tank angeordnet ist.

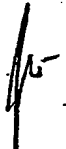


Fig. 1

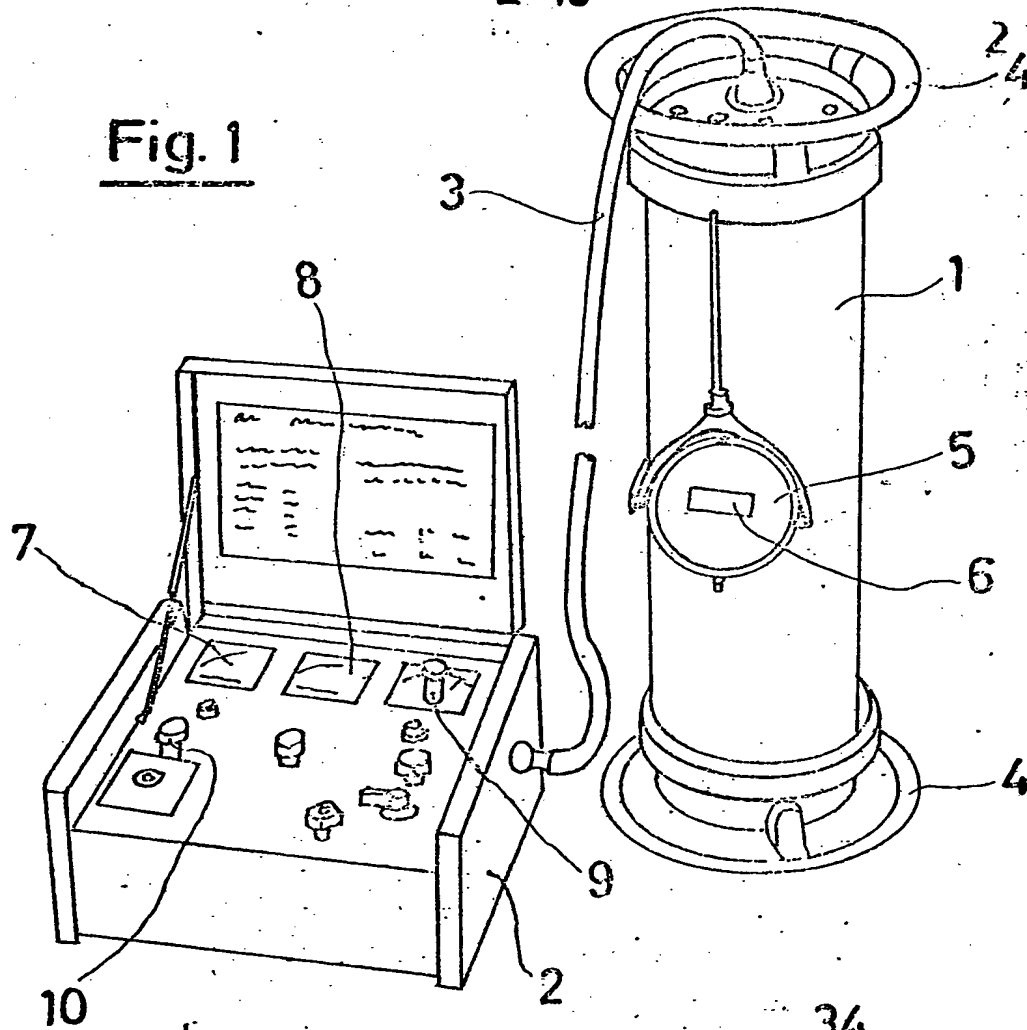
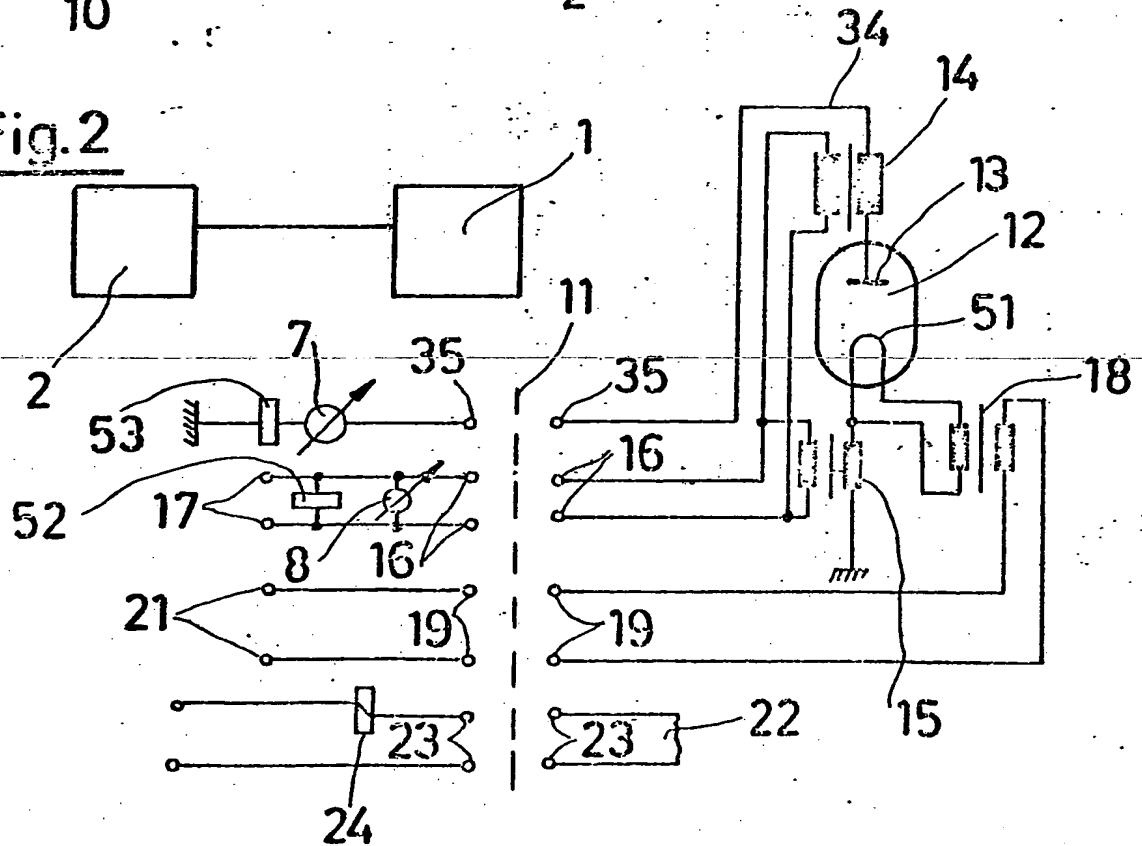
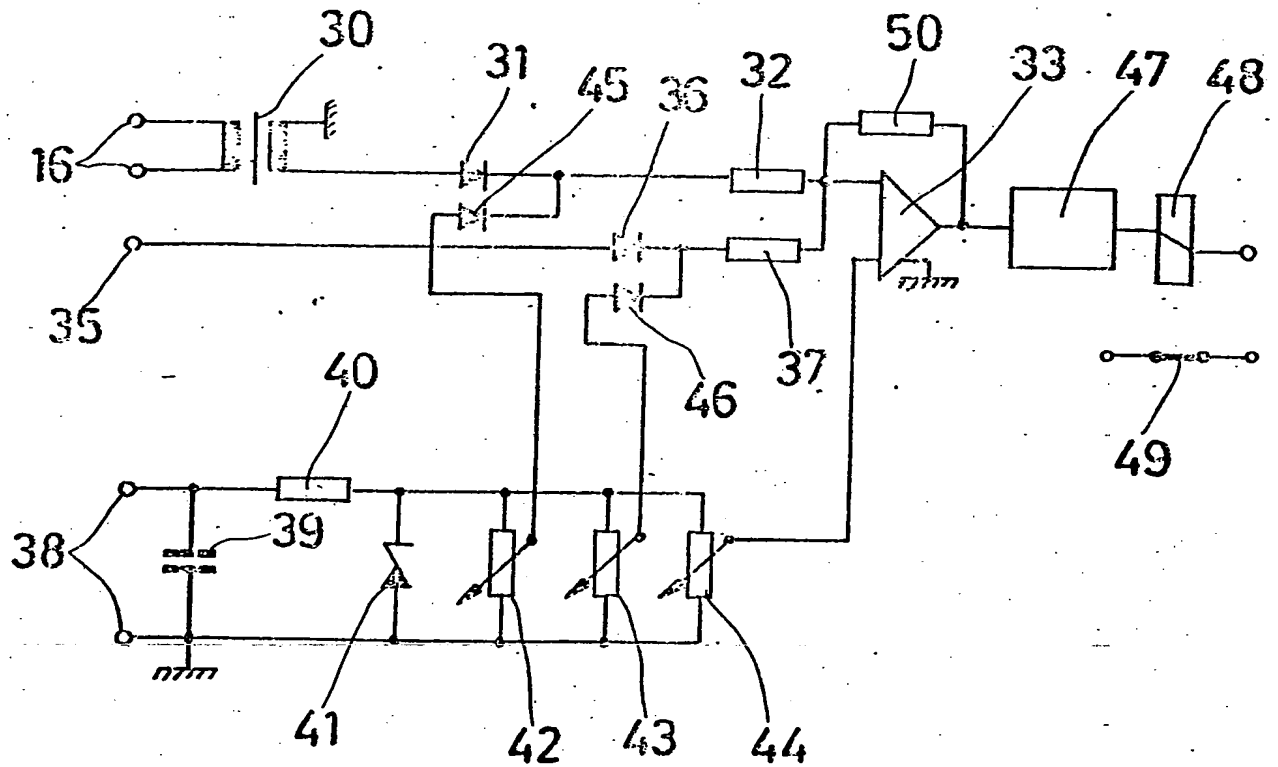
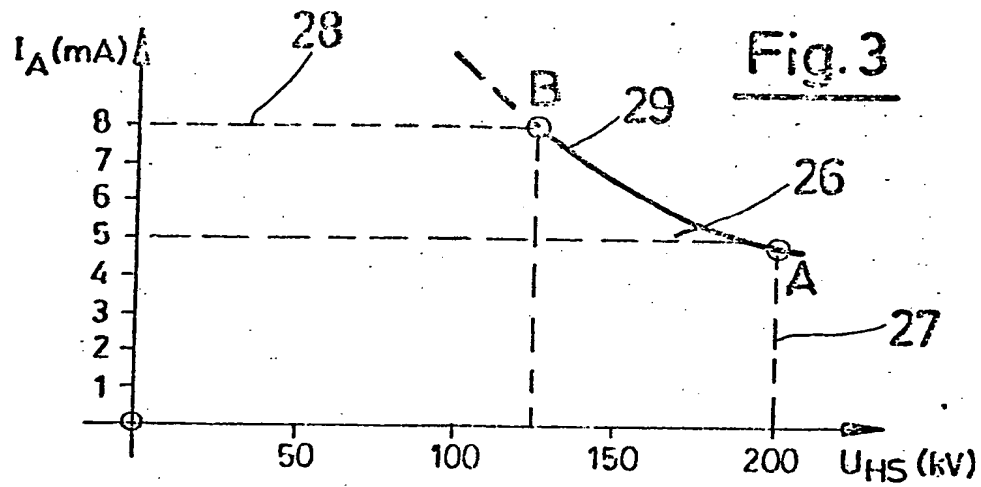


Fig. 2





**Fig. 4**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**